

VII. MAGYAR FÖLDRAJZI KONFERENCIA KIADVÁNYA

2014 Miskolc

**Kiadó: Miskolci Egyetem
Földrajz – Geoinformatika Intézet**



*Szerkesztette:
Kóródi Tibor
Sansumné Molnár Judit
Siskáné Szilasi Beáta
Dobos Endre*

ISBN 978-963-358-063-9

Balogh János¹⁸, Viczián István¹⁹, Kis Éva²⁰, Prácser Ernő²¹, Prodán Tímea²², Varga György²³, Szeberényi József²⁴

KULCS –RÁCALMÁS DUNAI MAGASPARTJÁNAK MÉRNÖKGEOMORFOLÓGIÁJA ÉS PARTFALVÉDELME

BEVEZETÉS

A Mezőföld peremén az Adonyi-öblözettől délre a Duna mentén fekvő két település, Kulcs és Rácalmás részben nagy partrogyásos földtömegekre épültek. A Duna menti magaspартok csuszamlásos, roskadásos és szuffúziós folyamatokkal veszélyeztetett területein a földrajzi helyzet, a sajátos geomorfológiai adottságok és a földtani rétegsorok miatt a földtömegmozgások évtizedek óta ismétlődnek. A természeti okok mellett különböző antropogén hatások, a nem megfelelő infrastrukturális háttér mellett bekövetkezett gyors településfejlődés és településszerkezet régóta fokozták az évek óta ismétlődő földtömegmozgásokat.

A felszínmozgásokkal foglalkozó geomorfológiai kutatások, valamint az épületkárok nyomon követése 1964 decemberében kezdődtek el (Pécsi et al. 1976). Az 1964-66-os és 1977. évi felszínmozgásokat követően a Központi Földtani Hivatal megbízásából a Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat, az MTA Földrajztudományi Kutatóintézet és később a Budapesti Műszaki Egyetem széleskörű vizsgálatokat készített a Rácalmás - Kulcs löszös partfalszakaszairól és környezetükről.

Rácalmás és Kulcs községek 1994-es szétválása óta már a két önálló önkormányzatnak kell megoldani felszínmozgásokkal kapcsolatos problémákat. A települések EU-s pályázati támogatásokkal tervezik megoldani a magaspартok védelmét és rehabilitációját.

A legutóbbi partfalvédelmi munkák Rácalmáson 2006-ban, Kulcson 2013-ban kezdődtek. A partfal rehabilitáció egy évtizedek óta fennálló probléma megoldására ad lehetőséget és hosszú időre stabilizálhatja a veszélyeztetett partfalszakaszokra épült településrészek területét.

A felszínmozgásos dunai magaspартok kutatási témában a partfalvédelmi műszaki beavatkozások hatékonyságának és a mérnökgeomorfológiai módszerek összefüggéseinek kutatása céljából az MTA CSFK FTI Geomorfológiai munkacsoportja 2013 óta monitorozó vizsgálatokat végez a felszínmozgásokkal kiemelten érintett szakaszokon (Balogh és Schweitzer 2011).

MÉRNÖKGEOMORFOLÓGIAI VIZSGÁLATOK

Kulcs, Rácalmás településeken 1994-et megelőzően hosszú ideig építési tilalom volt a kiszámíthatatlan felszínmozgások miatt, melyet utóbb feloldottak. Ezeken a területeken később jelentős káresemények alakultak ki. A felszínmozgások ok-okozati eseményeihez kapcsolódó tematikus mérnökgeomorfológiai kutatások a 2005-ös Rácalmási épületkárok és a Kulcson 2011. januárban bekövetkezett nagy kiterjedésű felszínmozgások után új irányt kaptak (1-2. kép). A széleskörű földtani adatbázisok figyelembevételével készült mérnökgeomorfológiai és

¹⁸Balogh János: MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, E-mail: balogh.janos@csfk.mta.hu

¹⁹Viczián István: MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, E-mail: viczian.istvan@csfk.mta.hu

²⁰Kis Éva: MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, E-mail: kis.eva@csfk.mta.hu

²¹Prácser Ernő: MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet, E-mail: pracser@ggki.hu

²²Prodán Tímea: MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet, E-mail: prodantimea@ggki.hu

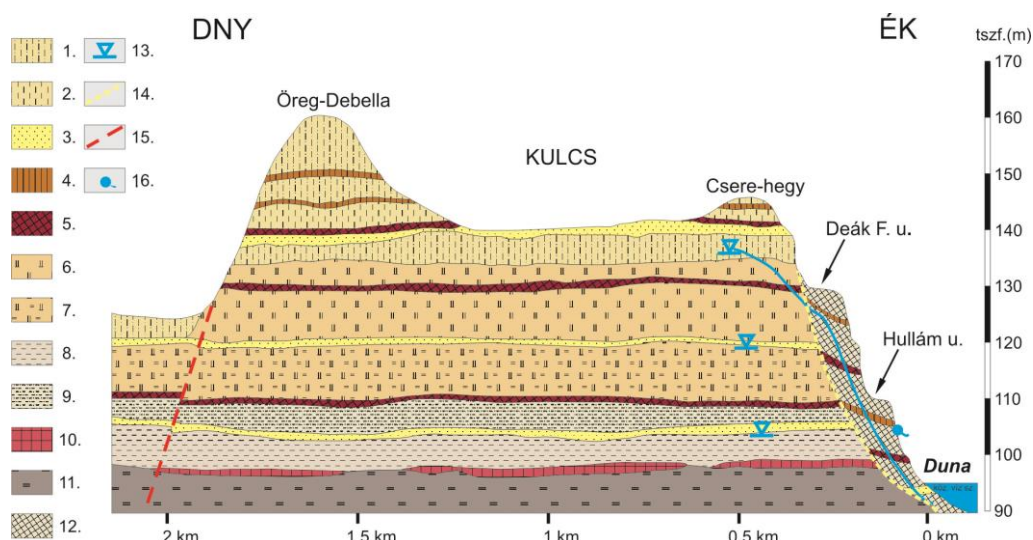
²³Varga György: MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, E-mail: varga.gyorgy@csfk.mta.hu

²⁴Szeberényi József: MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, E-mail: szeberenyi.jozsef@csfk.mta.hu

domborzatminősítő térképek értékelése számos vízföldtani és felszínalaktani kérdést vetett fel, pl. a felszínalatti és felszíni vízmozgások iránya és jellege, valamint a fosszilis csuszamlás halmazok helyének és szakadási frontjainak meghatározását.



1-2. kép: Kulcs 2011. évi felszínmozgások okozta károk a Deák F. u és a Hullám u. között



1. ábra: Általánosított földtani keresztmetszvény Kulcs Csere-hegy felszínmozgások Duna menti szakasza és az Öreg- Debella Radicsai –szőlők lejtői között
(Szerkesztette: Balogh J. és Viczián I. 2014)

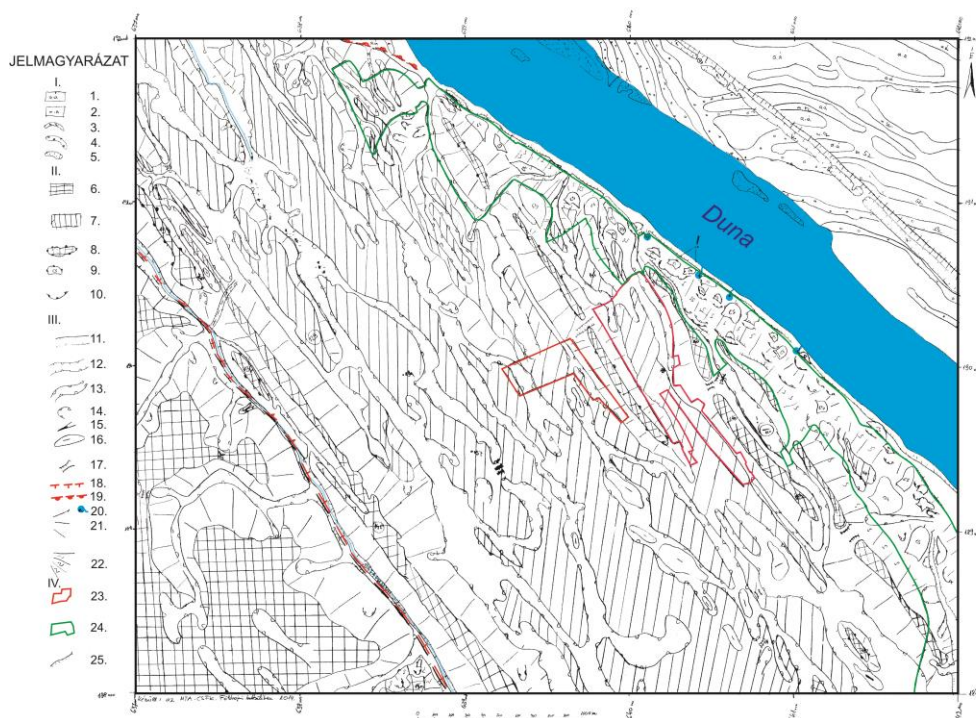
Jelmagyarázat: 1. fiatal lösz, 2 fiatal homokos lösz, 3.homok, 4.fosszilis barna talaj, 5. fosszilis vörösbarna talaj, 6. öreg lösz, 7. agyagos öreg lösz mocsári rétegekkel tagoltan, 8. homokos aleurit, 9. aleuritos agyag, 10. kulcsi vörösayag, 11. felsőpannon agyag, 12.törmeleélejtő megcsúszott,áthalmazott rétegei, 13. talajvíz és rétegvíz szintek, 14 csúszólap és partrogyások íve, 15. feltételezett vető, 16. forrás

A két település közötti magasparton, mintegy 15 km hosszon a mozgásokkal érintett területen változatos a földtani rétegzettség. A pannóniai tengeri agyagon és vörösayagokat tartalmazó pliocén üledékek felett 40–50 m vastag a fosszilis talajhorizontokkal tagolt pleisztocén korú lösztakaró található (1. ábra). A magaspарт Kulcson néhol közvetlen a Duna

mentén Rácalmáson a Duna medrétől kb. 200–300 m-re helyezkedik el, közbelső területét régi és új csuszamlásos halmazok foglalják el (2-3. ábra).

*Kulcs*on a tömegmozgásos folyamatok az ezredforduló után aktivizálódtak, és a további mozgások szinte kiszámíthatatlanok. A partfal rehabilitációjának hiányában további katasztrofális méreteket is ölthetnek. Szinte a teljes Duna-parti sáv, illetve a szakadóparttal lezökkenett magasparti szakasz a mozgásokkal veszélyeztetett területhez tartozik (2. ábra). A problémát a Mezőföld felől nyomás alatt érkező rétegvizek hegylábi omladéokban történő feltorlódása okozza. A káresemények kialakulásának valószínűségét erősítik a magas és tartós Dunai vízállások, ill. a hirtelen vízszintcsökkenések. A partmenti sávban bennrekedt rétegvizek áramlási nyomása ezen esetekben nagyban megnövekszik. A közvetlen Duna-parti sávban a lassú kúszó mozgások és a zökkenő mozgások egyaránt fellelhetők, az eróziós tevékenységekkel (mélyutak) együtt. A leszakadt Duna-parti rétegek a csuszamláshalmazokon a nyomás alatti rétegvizek jelenléte miatt folyamatosan mozognak. A Duna mindenkori vízszintje jelentősen befolyásolja a pannóniai rétegvizek piezometrikus nyomását.

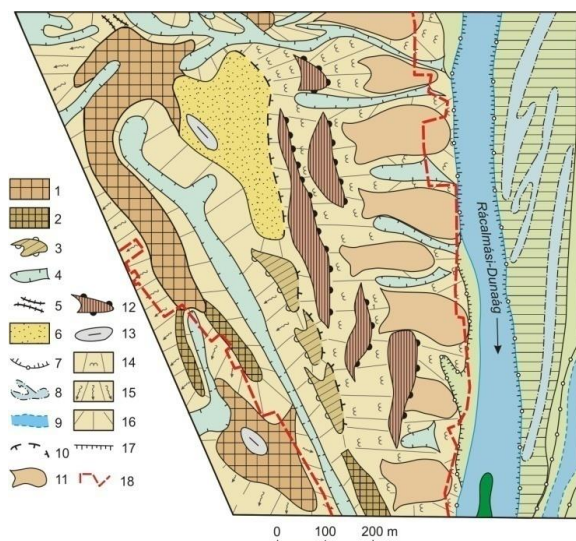
A felszínmozgással érintett terület határain – *Kulcs*on a Vörös-domb szelvényében valamint a hajóállomás szelvényében – megfigyelhetők a Duna medréig alámetsző csúszólapok. A csúszólapok (kulcsi vörösayag összlet) a partfalban a Duna középvízi medre felett találhatók és a folyó irányába lejtnek.



2. ábra: Kulcs mérnök geomorfológiai térképe (Szerkesztette: Balogh J.- Viczián I. 2014)

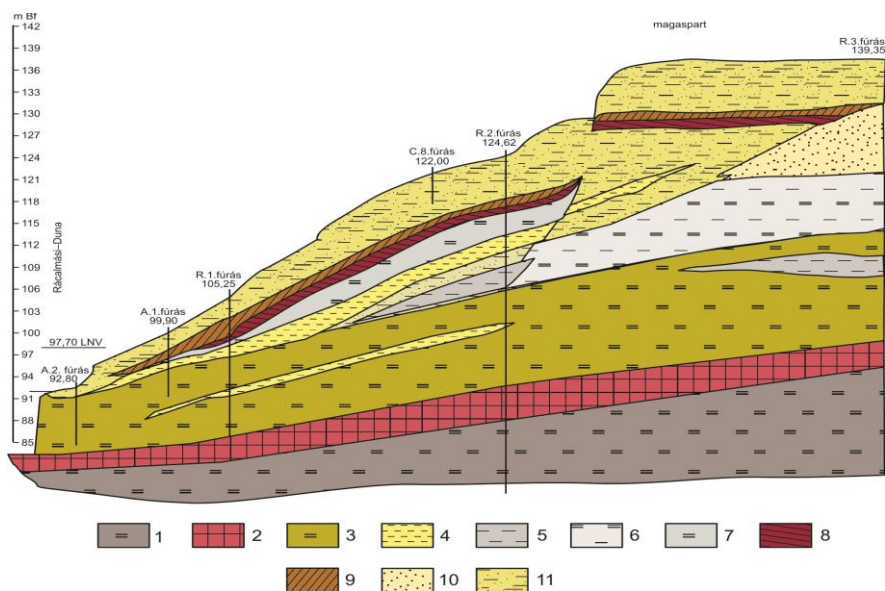
Jelmagyarázat: I. Ártéri formák: 1. alacsony ártér; 2. magasártér; 3. feltöltött meander szántóföldi művelésben; 4. meander ártéri erdővel; 5. zátonysziget. II. Domsági formák: 6. löszplató 145 m tszf. felett (ÉNy-DK-i irányban tagolt; 7. lepusztult löszplató 130-145 m tszf. felett (ÉNy-DK irányban tagolt; 8. eróziós-deráziós tanuhegy; 9. lejtőpihenő, csúszáshalmaz; 10. fosszilis csuszamlások szakadási frontja. III. Völgyek, szerkezeti formák: 11. eróziós völgy; 12. eróziós-deráziós völgy; 13. deráziós völgy; 14. deráziós fülke; 15. vízmosás; 16. szuffóziós mélyedés; 17. szerkezeti nyereg; 18. tektonikus törésvonal; 19. tektonikus süllyedék pereme; 20. forrás. Lejtők: 21. lejtő általában; 22. csuszamlás veszélyes lejtők. IV. Antropogén formák: 23. beépített belterület; 24. hézagosan beépített üdülő övezet. 25. tereplépcső

Rácalmás ófalui része a partomlások nagy földtömegein épült fel (3. ábra). A löszből és lösszerű üledékekből felépült felszín sajátos morfológiai elemei a meredek partfalak, amelyek 5-35 m magasak. Előterükben a tömegmozgások okozta formatípusok számos változata megtalálható, amelyek közül a fosszilis földcsuszamlások és suvadások jellemzik a felszínt.



3. ábra: Rácalmás geomorfológiai térképe (Szerk.: Schweitzer F. 1983)

1 = Löszhát; 2 = Derázió által alakított völgyközi hát; 3 = Deráziós lépcső; 4 = Deráziós völgy; 5 = Deráziós nyereg; 6 = Kötött futóhomok; 7 = Magasártéri szint pereme; 8 = Duna-medér maradvány; 9 = Óholocén Duna-medér; 10 = Csúszási szakadásfront; 11 = Nem mozgó terület; 12 = Csúszási felszín; 13 = Szuffóziós mélyedés; 14 = Mozgásveszélyes lejtő; 15 = Erózió által veszélyeztetett lejtő; 16 = Stabil lejtő; 17 = Természetes és mesterséges tereplépcső; 18 = Rácalmás határa



4. ábra: Rácalmás általánosított földtani szelvénye a felszínmozgásokkal veszélyeztetett törmeléklejtőről

Jelmagyarázat: 1. pannon agyag 2. Kulcsi pliocén vörösbagyag, 3. Aleurit homok rétegekkel, 4. homok, 5. homokos iszap, 6. iszapos agyag, 7. agyag, 8. vörösbarna fosszilis talaj, 9. barna fosszilis talaj, 10. lösz, áthalmazott lösz, 11. homokos lösz, lejtőlösz

A régi földtömegmozgások halmazain, labilis állapotba került lejtőkön jelentős csuszamlások voltak, amelyek jellegüknél és kiterjedésüknél fogva már jelentős szerepet nem játszanak a domborzat formálódásában (4. ábra). Az antropogén hatások következtében viszont kisebb-nagyobb mozgások kialakulhatnak a felszín közeli üledékek adottságai (szuffozióra érzékeny lösz rétegsorok) és a fosszilis mozgások településkörnyezeti elhelyezkedésének köszönhetően. A településen 2003-ban a Szávó köz – Rác köz – Bruck köz által határolt területen nagy kiterjedésű összetett suvadó mozgás történt, mely több épületet, közutat, közművet, műtárgyat is károsított. A stabilizáció ezen a szakaszon 2004-ben befejeződött. A felszeletelődött fosszilis csuszamlás halmazon belül több lokális mozgás is történt (pl. Bajcsy u. (3. kép), Szávó köz 1-4. stb.) A mozgások kiváltó oka a feltorlódott rétegvíz, ill. a mozgásveszélyes zónán belüli közműhibák, csőtörések, és szennyvíz-szikkasztások okozta elvizesedés. Az aktív mozgási zóna határát jelentő mozgásveszélyes part peremen az omlások, suvadások, a fák gyökér-eróziója is problémákat okoz. Emellett az eróziós tevékenység folytán kialakult mélyutak partfalai is omlásveszélyesek. A felszíni belterületi vízelvezetés sincs teljes egészében megoldva, bizonyos szakaszokon a Dunai magas vízállásának partelhaboló hatását is megfigyelhetjük. (Balogh et al. 1989, Szalai et al. 2013).



3. kép: Rácalmás partfalrehabilitációja során feltárt fosszilis csuszamlásokkal átdolgozott törmeléklető feltárása a Bajcsy-Zsilinszky. u végén a Rácalmási-Dunaág mellett.

A felszínmozgások közvetlen kiváltó oka abban keresendő, hogy a káros felszínalatti vizek mennyisége – az extrém meteorológiai események, vagy antropogén események hatására – megnövekedik, és a csúszólapok mentén a magasparti földtömegek a kritikus talajmechanikai nyírószilárdságaikat eléri. A felszeletelődött fosszilis csuszamlás halmazon az elmúlt évtizedek során több lokális mozgás is történt.

A mozgások kiváltó oka a feltorlódott rétegvíz, illetve a mozgásveszélyes zónán belüli közműhibák, csőtörések, és szennyvíz-szikkasztások okozta elvizesedés (Scheuer 1979, Fodor et al. 1983.). A felszínalatti vizek hozamait a források szelvényeiben vizsgáltuk (1. táblázat). A magaspárt mentén két típusba sorolhatók a talajvíz-források. Ahol a magaspárt előterében hiányoznak a csuszamlásos üledékhalmozatok, ott a partfalból egyszerű talajvízforrások fakadnak. Ha vízvezető rétegek a magas part alján nagyobb távolságon keresztül nyugodt településűek, akkor források nem keletkeznek, mert a talajvíz nem koncentráltan, hanem több

száz méteren át szivárgóvíz formájában lép a felszínre. Ahol a nagytömegű csuszamlás halmazok gátolják a vízkilépést, a talajvíz a csuszamlásos halmaz tetejéig is visszaduzzadt, és ott közvetlenül a törmeléklető magasabb rétegeiből lép a felszínre. Ez utóbbiakat duzzasztott talajvízforrásokként jelölik meg. A forrásokat tápláló felszínalatti vizek elsődleges áramlási szintjei az 1. ábrán is jelzett homokrétegekhez kapcsolódnak. Az alsó vízadó rétegek a Duna vízével is kommunikálnak, kalcium-magnézium hidrogén-karbonát jellegűek, vízhozamuk is jelentős (1. táblázat, 4. kép).

A csuszamlás halmazok egy része nedvesebb időszakokban a források vize által annyira áttávozott, hogy lassú sárfolyásos mozgást is végezhet a Duna felé.

A sajátos paleogeomorfológiai helyzet kialakulásában nagy szerepe volt a neotektonikai folyamatoknak, így a mozgások nagy részét is valószínű a korábbi nagy tektonikai mozgások aktív zónáinak irányából a Mezőföld felől nyomás alatt érkező rétegvizek lejtőlábi omladéokban történő feltorlódása okozza. Ezért a kutatási lehetőségek függvényében fontos az eltemetett völgyek mérnökgeomorfológiai módszerekkel történő kimutatása és a neotektonikai folyamatok feltárása (Schweitzer et al. 2011, 5. ábra).

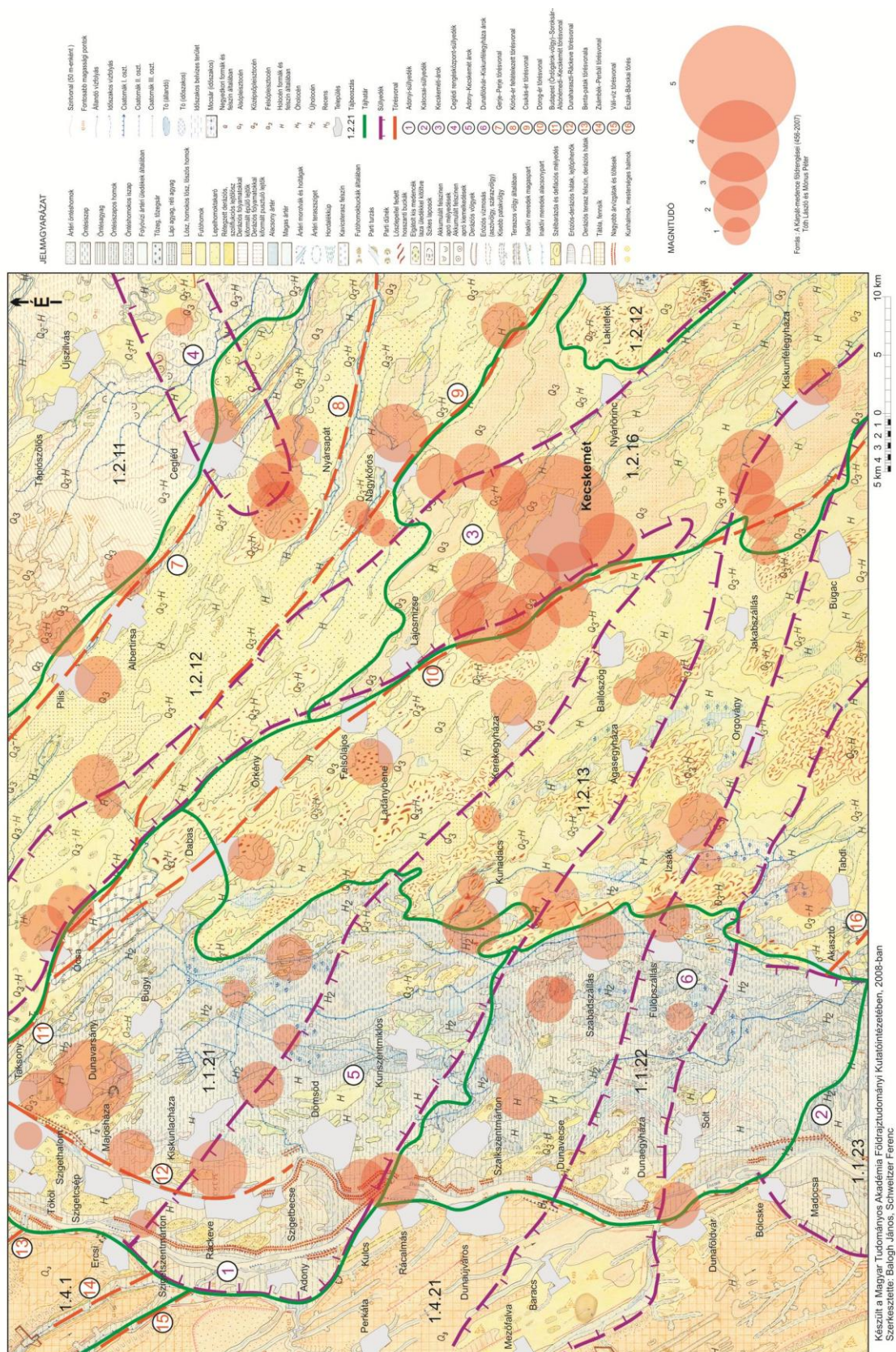
forrás száma	koordináták	vízhozam (l/perc)	hőmérséklet (°C)	pH	megjegyzés
1.	N 47,05954 E 18,92138	43,86	11,8	6,57	Hullám utca északi vége
2.	N 47,05951 E 18,92161	13,5	11,6	6,56	Az 1. forrástól kb. 25 m-re délre a parton
3.	N 47,05906 E 18,92218	1,24	12	6,27	A 2. forrástól délre kb. 200 m-re. A Forrás utca kezdete vetületében a parton.
4.	N 47,05830 E 18,92370	17,96	11,8	6,32	A Forrás utca alatt, foglalt forrás
5.	N 47,05775 E 18,92498	4,14	12,2	6,6	A hétvégi ház rámpája mellett foglalt kifolyó, a Forrás utca aljában
6.	N 47,05779 E 18,92795	4	12	6,16	Rétegfórrás a csuszamláshalmaz alján, amelyet a Duna középvízi medre felett pannon kékagyagos réteg (csúszólap) vezet ki.
7.	N 47,05746 E 18,92574	1,48	12,8	6,34	A Duna sor utca elején épített rámpa melletti foglalt forrás

1. táblázat: Kulcs Duna parti forrásvíz hozamok 2013. október 10.



4. kép: Forrásfoglalás vízhozam mérése Kulcs Hullám u. alatti Duna parti szakaszon

A DUNAMENTI-SÍK ÉS A DUNA-TISZA KÖZI SÍKVIDÉK ÉSZAKI TERÜLETÉNEK GEOMORFOLÓGIAI TÉRKÉPE
(a pleisztocénban aktív törésvonalak, süllyedéktérületek vázlata)



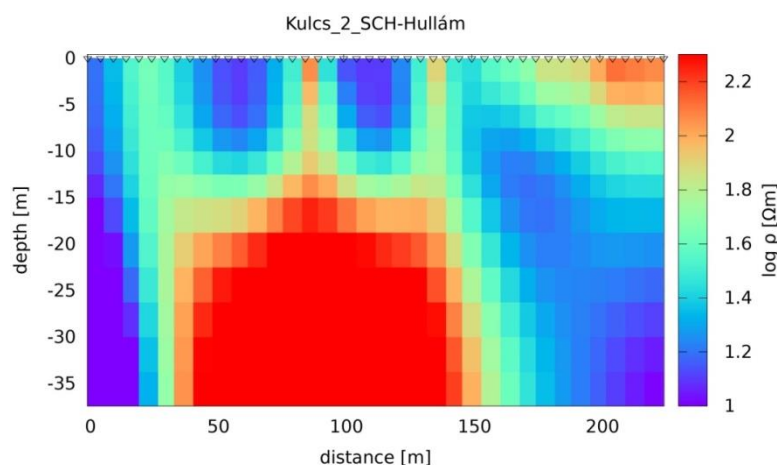
5. ábra: A Dunamenti-sík és a Duna-Tisza közti síkvidék északi területének geomorfológiai térképe (MTA, FKI, Balogh J.–Schweitzer F. 2008)

GEOFIZIKAI MÉRÉSEK.

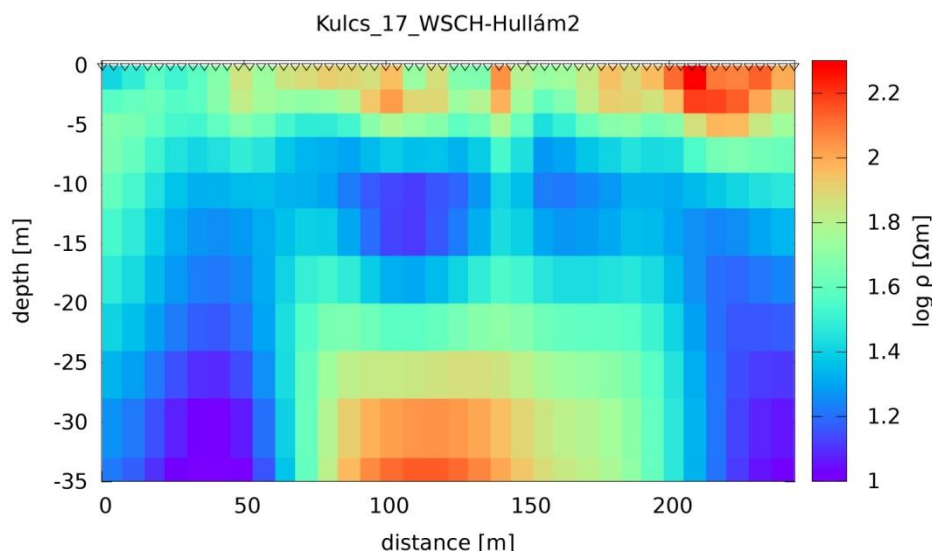
A mérnökgeomorfológiai vizsgálatok mellett geofizikai méréseket, geoelektromos tomográfia, vizsgálatokat is végeztünk. A területen előforduló felszínmozgások kapcsán felvetődött kérdések tisztázásán túl a vizsgálatok módszertani szempontokat szolgáltathatnak hasonló földtani és geomorfológiai környezetben, más, a tömegmozgások által potenciálisan veszélyeztetett területek kutatásaihoz. Az alkalmazott geofizikai módszerek számos lehetőséget kínálnak a felszín alatti inhomogenitások, kétdimenziós (2D) és háromdimenziós (3D) képződmények kutatására, a módszerek hatékonysága, felbontóképessége azonban nagyon eltérő. Az előkutatási fázisban áttekintő kvalitatív képet kapunk a kutatott képződmények jellegéről, előfordulásáról. Nagy felbontóképességű módszerek alkalmazására csak a részletes kutatás fázisában van mód. A geofizikai mérések a kőzetek különféle fizikai tulajdonságainak a sűrűség, rugalmasság, mágnesezettség, vagy az elektromos fajlagos ellenállás mélybeli eloszlásáról adnak információt. A felszíni geofizikai kutatási módszerek közül talán a geoelektromos és elektromágneses módszerek a legsokszínűbbek. Az egyenáramú módszereknél egyenáramot, vagy hatását illetően egyenáramnak tekinthető kisfrekvenciás váltóáramokat használtunk (Prodán et al. T. 2013).

Első lépésben azt vizsgáltuk, hogy a Dunára merőlegesen találunk-e kimutatható szerkezeti változásokat. A Dunára merőlegesen mért keresztaszvénnyel inverziós modellje azt jelzi, hogy a szelvény teljes hossza mentén a geoelektromos szerkezet megközelítően 1D. Közvetlenül a felszín alatt kb. 2 m vastagságban viszonylag nagyobb fajlagos ellenállású réteg mutatkozik, alatta nagyobb változások nem jelennek meg.

A geofizikai mérések legérdekesebb részét a Hullám utcában mért szelvény mentén különböző elektródarendezések alapján készült geoelektromos modellek képezik. A szelvény északnyugati végétől kb. 40-150 m távolságig terjedő részén 10-15 m mélységben, egy a környezetéhez képest nagy ellenállású képződmény jelentkezik, mind a dipól-dipól, mind a Schlumberger szondázások alapján készült invertált szelvényeken (6. ábra). Ennek a nagy ellenállású inhomogenitásnak a délkeleti pereme nagyon határozottan elválik a környezetétől, és ennek a nagy anomáliának a délkeleti pereméhez köthetők a felszínen megfigyelt legsúlyosabb tömegátrendeződések is. Ezeket a méréseket a Hullám utcában a nagy dunai árvíz magas vízállása mellett megismételtük azzal a céllal, hogy megvizsgáljuk, ennek a feltehetően változó fajlagos ellenállású kőzetnek a fajlagos ellenállása mennyire változik meg nagyobb víztelítettség esetén. Ezen a szelvényen (7. ábra) a mérések nagyon jól alátámasztják azt a hipotézist, hogy az anomáliát egy porózus összlet okozza, amelynek a fajlagos ellenállását döntően a víztelítettség határozza meg.



6. ábra: Geoelektromos inverzió eredménye a Hullám utcában mért szelvényen (Schlumberger elrendezés) Prodán T. és Prácser E. 2013.



7. ábra: Geoelektromos inverzió eredménye árvíz után a Hullám utcában mért szelvény mentén (Wenner-Schlumberger elrendezés) (Prodán T. – Prácsér E. 2013)

A jól lehatárolható képződmény az árvíz előtt végzett szondázások eredményeiből kapott szelvényeken 200 ohm, vagy annál nagyobb fajlagos ellenállású volt. A mért érték a magas vízállást követően készült szelvényeken jelentősen, kb. 100 ohmm-re csökkent. Ezek a fajlagos ellenállás értékek megfelelnek a vízzel elárasztott homok, kavics, kavicsos homok, vagy murvás üledékek fajlagos ellenállásainak tapasztalataink szerint. Ez a képződmény mindegyik szelvényen határozottan megjelenik. A csekély eltérés az inverzió tulajdonságaiból (ekvivalencia) és a használt elektródaelrendezések eltérő leképezési tulajdonságaiból ered. A képződmény jellemzőinek pontosabb meghatározására fúrással van lehetőség. A Hullám utcában mélyített feljebb említett fúrás ezt a képződményt sajnos éppen elkerüli. Ha a geofizikai mérések eredményeinek ismeretében módunk lenne fúrásokat tervezni, akkor azok egyikét mindenképpen a 2Dszerkezet középpontjába javasolnánk.

A Dunával párhuzamosan további szelvényeket mértünk, amelyek közül a Hullám utcához legközelebb eső mérés az általunk Anonymnak elnevezett utcában készült. Az Anonym utcában mért adatokból kapott modell azt jelzi, hogy a szerkezet a felső 6-8 m vastagságú nagy ellenállású réteg alatt egy dimenzióssá válik.

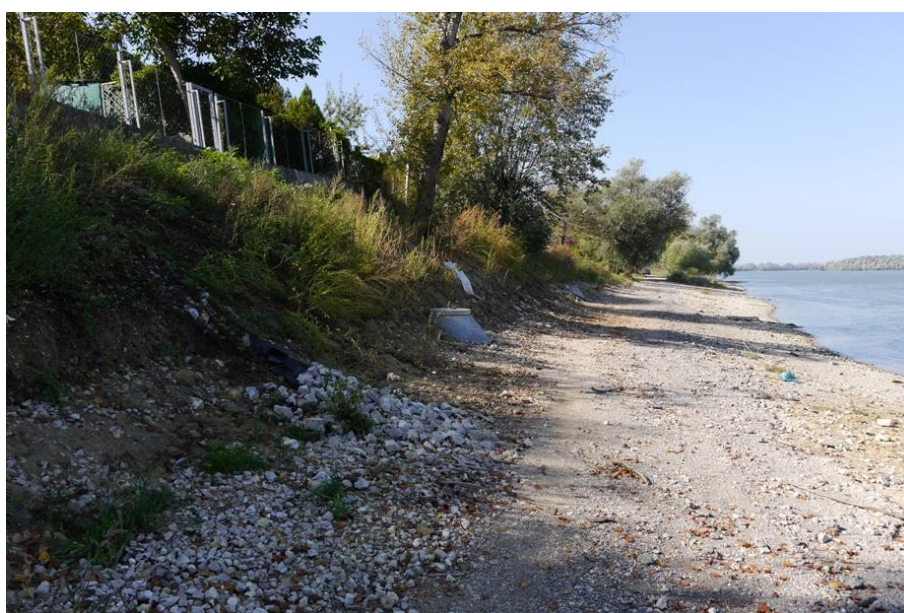
AZ OMLÁS ÉS CSUSZAMLÁS VESZÉLYES PARTFAL SZAKASZOK MŰSZAKI VÉDELME

A megvalósításra került partfalvédelmi műszaki megoldások a helyi viszonyok ismeretében, a földtani, geomorfológiai szempontok figyelembevételével készültek. Sajnos azonban a kivitelezési munkák előkészítése során mérnökgeomorfológiai vizsgálatokat nem készítettek! Rácalmáson a több ütemben megvalósuló partfalvédelmi munkák során a káros felszínalatti vizek süllyesztését és a felszínmozgásos felszíntől való távoltartását megoldották. A mozgásokkal érintett belterületen megkezdtek a vízközművek cseréjét és a belterületi felszíni csapadékvizek elvezetését. Azonban a kisebb mozgások következtében továbbra is fennáll a repedezett utcaburkolatokon a lefolyó csapadékvizek okozta és a nem kiszámítható közmű hálózatok sérülései és törései következtében a szuffózió veszélye. A löszvidékeken a beszivárgó és felszín alatt áramló káros vizek olyan szuffóziós (oldási erózió) folyamatokat generálnak, melyek aktiválják a változatos rétegzettségű törmeléklejtőn a fosszilis csuszásokat és a felszínmozgásos területek tömegmozgásait. Ezért a beépített partfal rehabilitációval védett – Rácalmás Ófalu, Kulcs Duna menti üdülő övezete – területeken a házak repedezettségének monitorozásával vizsgálni kell a felszín stabilitásának állapotát.

Nagy a valószínűsége annak, hogy Kulcson a legutóbbi, 2011-ben kezdődött felszínmozgások még nem konszolidálódtak, így a földtömegmozgások a jövőben is folytatódhatnak (Farkas 2011). A partfal rehabilitáció Kulcs község felszeletelődött fosszilis csuszamlás halmazainak területére esik.

A Hullám utca környezetében a felszínalatti vizek megcsapolására több az adott földtani helyzethez alkalmazkodó, geotechnikai módszert is megvitattak lakossági fórumokon, szakemberek bevonásával. A döntéshozók a magaspartok védelmében, végül a partfalrehabilitációk során már bevált és gyakran alkalmazott kavics cölöp kútsoros szivárgók megépítésével tervezik csökkenteni a Mezőföld irányából érkező káros felszínalatti vizeket. A szivárgó gyűjtők építése során fontos, hogy a szivárgó rendszer gyűjtőcsápjai olyan földtani rétegbe mélyüljenek, amely permeabilitása, vízvezető képessége révén a leghatékonyabban oldja meg a területen a káros rétegvizek süllyesztését. A Duna (NV) medrének peremén létesített aknába (5. kép) vezetik ki drénekkal a megcsapolt rétegek vízhozamait. A Duna partján az árvizek még a partfalrehabilitációs építési munkák után is, védelem hiányában, elhabolással veszélyeztetik a magaspart csuszamlás veszélyes lejtőlábi szakaszát és a műtárgyi környezetet. A területen számos házat lebontottak és korlátozzák a közműszolgáltatást. Az üdülőövezet csatornázását és területi vízrendezését a felszín stabilizációjának függvényében ütemezik.

A tervezés során alkalmazott geotechnikai alapadatok feldolgozása és megszerzésének módja, a mintaanyagok feldolgozása, azok mennyisége és minősége jó. Sajnos talajfizikai paraméterek vizsgálata mellett viszont nem készültek talajkémiai vizsgálatok, pl. nincs adat a szivárgók mentén a rétegek mésztartalmára. Egy ilyen nagyságú és vízhozamú szivárgó rendszer mentén a sajátos geomorfológiai adottságok miatt esetleg felléphetnek szuffúziós (oldási erózió) folyamatok, aminek következtében alagosodás alakulhat ki a felszín alatti löszrétegek és a szivárgó kavics test felülete mentén. Ezt kiválthatják a havária események, ezek felkészülésére, megoldásaira megnyugtató magyarázatot kéne keresni. A nyomás alatti és a Duna vizével is kommunikáló pannon rétegek káros vizeinek csökkentésére és távoltartására épített szivárgó drének sem valószínű, hogy megnyugtató eredményt produkálnak. Ezért támogatandó, hogy a felszínmozgásoktól veszélyeztetett partfalrehabilitált területen az elmúlt évtizedek példájára alapozva több éves építési tilalmat vezessenek be, amelyet munkák befejezésétől számítottan a terület konszolidálódásáig kell érvényben tartani.



5. kép: Rétegvízgyűjtő aknák a Hullám u. alatti Duna parti szakaszon

2014-ben Rácalmás, Kulcs településeken EU-projekttámogatással megkezdődtek, illetve megvalósultak a csuszamlásokkal veszélyeztetett dunai partfalszakaszok védelmi munkái.

A felszínstabilizációs munkákhoz kapcsolódóan pedig új mérnökgeomorfológiai és monitorozó vizsgálatok kezdődnek a felszín stabilitását szolgáló műszaki beavatkozások hatékonyságának megfigyelésére, amelyekhez geofizikai mérések is kapcsolódnak. A kutatások célja, hogy vizsgálja a komplex geotechnikai módszerekkel és kivitelezéssel készült partfalrehabilitációk hatékonyságát az egyedi paleogeomorfológiai adottságokkal rendelkező magasparti felszínen. A területen geomorfológiai monitorozó, mozgásmérési geodéziai és vízszintészlelési hálózatot célszerű kiépíteni és a Dunaújvárosi Partvédelmi Felügyelethez hasonló szervezeti egységet kell létrehozni.

A táj sajátos geomorfológiai arculatából, a domborzati formák térbeli rendszeréből, a Dunai magaspart-jellegéből, az éghajlati adottságokból, litológiai felépítésből, hidrogeológiai sajátosságokból, másrészt antropogén folyamatokból az épített környezetben a tömegmozgásokból adódó további károk így hatékonyabban megelőzhetők.

IRODALOM

- BALOGH J, LÓCZY D, RINGER Á. 1989. Landslide hazard induced by river undercutting along the Danube. In: *Supplementi di Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*. II. 1989. 5-11.
- BALOGH J, SCHWEITZER F. 2011. Felszínmozgásos folyamatok a Duna Gönyű-Mohács közötti magasparti szakaszán. In: SCHWEITZER F. (szerk.) *Katasztrófák tanulságai: stratégiai jellegű természetföldrajzi kutatások*. Budapest: MTA FKI, 2011. pp. 101-142.
- FARKAS J. 2011. Szakértői vélemény Kulcs felszínmozgásos területeinek vizsgálatáról. Kézirat, 168 p.
- FODOR T-NÉ, HORVÁTH ZS, SCHEUER GY, SCHWEITZER F. 1983. A rácalmás–kulcsi magaspartok mérnökgeológiai térképezése. *Földtani Közlöny* 113. 4. pp. 313–333.
- PRODÁN T, PRÁCSER E, BALOGH J, KIS É, NOVÁK A, UDVARDI B, VICZIÁN I. 2013. Geoelektromos tomográfia Kulcs település felszínmozgásos területén. In: TÖRÖK Á, GÖRÖG P, VÁSÁRHELYI B. (szerk.) *Mérnökgeológia-Közetmechanika 2013*. Hantken Kiadó, Budapest, pp. 49-58.
- PÉCSI M, JUHÁSZ Á, SCHWEITZER F. 1976. A magyarországi felszínmozgásos területek térképezése. *Földrajzi Értesítő* 25. 2-4. pp. 223-235.
- SZALAI Z, BALOGH J, JAKAB G. 2013. Riverbank erosion in Hungary: with an outlook on environmental consequences. *Hungarian Geographical Bulletin* 62:(3) pp. 233-245.
- SCHEUER GY. 1979. A dunai magaspartok mérnökgeológiai vizsgálata. *Földtani Közlöny* 109. 2. pp. 230–254. .
- SCHWEITZER F, BALOGH J, TÓTH L, MÓNUS P. 2011. Relationships between geomorphology, neotectonics and earthquakes in the Danube Plain between Ercsi and Madocsa and on the Danube-Tisza Interfluve. *Hungarian Geographical Bulletin* 60:3, pp. 233-245.